

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014385120 **Image available**

WPI Acc No: 2002-205823/200226

XRPX Acc No: N02-156773

Method for testing a capacitive actuator controls a capacitive actuator with a control signal of a certain duration related to predetermined or measured values for charging, discharging and opening durations.

Patent Assignee: SIEMENS AG (SIEI); HIRN R (HIRN-I); KASBAUER M (KASB-I)

Inventor: HIRN R; KAESBAUER M; KASBAUER M

Number of Countries: 021 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 200194768	A1	20011213	WO 2001DE2136	A	20010607	200226 B
DE 10028353	A1	20011220	DE 1028353	A	20000608	200226
DE 10028353	C2	20030220	DE 1028353	A	20000608	200316
EP 1287250	A1	20030305	EP 2001944976	A	20010607	200319
			WO 2001DE2136	A	20010607	
US 20030078744	A1	20030424	WO 2001DE2136	A	20010607	200330
			US 2002313397	A	20021206	

Priority Applications (No Type Date): DE 1028353 A 20000608

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
WO 200194768	A1	G 23	F02D-041/20	

Designated States (National): US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR

DE 10028353	A1	H02N-002/06
-------------	----	-------------

DE 10028353	C2	H02N-002/06
-------------	----	-------------

EP 1287250	A1	G	F02D-041/20	Based on patent WO 200194768
------------	----	---	-------------	------------------------------

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

US 20030078744	A1	G01R-019/00	Cont of application WO 2001DE2136
----------------	----	-------------	-----------------------------------

Abstract (Basic): WO 200194768 A1

NOVELTY - A capacitive actuator is controlled with a control signal of a certain duration (T1), which is related to predetermined or measured values for charging, discharging and opening durations (T2-T4) according to the calculation $(T1 + T3 - T2 - T4)$ at most X. Charging duration (T2) stretches from the beginning of a control signal (st) at a first time point (t1) up to a third time point (t3), in which an actuator voltage (Up) exceeds an upper voltage threshold (S3).

USE - With piezo electric actuators, especially for a fuel injection valve.

ADVANTAGE - This method uses a simple way to facilitate the testing of an actuator's operation during control processes, in which charging and discharging durations are unequally long.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows the course and duration of a control signal, a charging and discharging current, a charging and discharging signal, an actuator voltage, and times for control, charging and discharging.

Duration of control signal (T1)

Charging, discharging and opening durations (T2-T4)

Control signal (st)

First time point (t1)

Third time point (t3)

Actuator voltage (Up)

Upper voltage threshold (S3)

BEST AVAILABLE COPY

pp; 23 DwgNo 1/1

Title Terms: METHOD; TEST; CAPACITANCE; ACTUATE; CONTROL; CAPACITANCE;
ACTUATE; CONTROL; SIGNAL; DURATION; RELATED; PREDETERMINED; MEASURE;
VALUE; CHARGE; DISCHARGE; OPEN; DURATION

Derwent Class: Q52; V06; X22

International Patent Class (Main): F02D-041/20; G01R-019/00; H02N-002/06

International Patent Class (Additional): F02D-041/22; G01R-031/00;

H01L-041/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): V06-L01A; V06-N07; V06-U03; X22-A03A1A

?

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 100 28 353 C 2**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 02 N 2/06
F 02 D 41/20
G 01 R 31/00

⑳ Aktenzeichen: 100 28 353.5-32
㉑ Anmeldetag: 8. 6. 2000
㉒ Offenlegungstag: 20. 12. 2001
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 20. 2. 2003

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

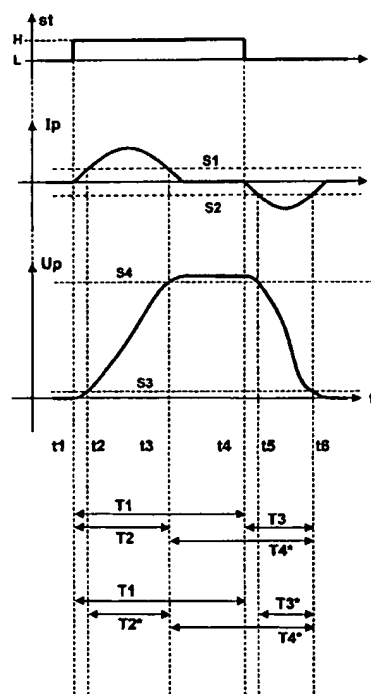
⑦② Erfinder:
Hirn, Rainer, Dr., 93049 Regensburg, DE; Kaesbauer,
Michael, Dr., 93047 Regensburg, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 199 44 734 A1
DE 199 10 389 A1
DE 198 45 042 A1

⑤④ Verfahren zur Überprüfung eines kapazitiven Stellgliedes

⑤⑦ Verfahren zur Überprüfung eines kapazitiven Stellgliedes, insbesondere für die Betätigung eines Kraftstoffeinspritzventils einer Brennkraftmaschine, welches mittels eines Steuersignals (st) einer Motorsteuerung gesteuert wird, auf ordnungsgemäße Funktion, dadurch gekennzeichnet, daß die gesteuerten Größen
Dauer (T1) des Steuersignals (st), von dessen Beginn (Zeitpunkt t1) bis zu dessen Ende (Zeitpunkt t4),
Ladedauer (T2) des Stellgliedes, die vom Beginn (t1) des Steuersignals (st) bis zu einem Zeitpunkt (t3) reicht, in welchem der Ladestrom (+Ip) des Stellgliedes einen ersten Stromschwellwert (S1) unterschreitet oder die Ladespannung (Up) einen oberen Spannungsschwellwert (S4) überschreitet, und
Entladedauer (T3) des Stellgliedes, die vom Ende (Zeitpunkt t4) des Steuersignals (st) bis zu einem Zeitpunkt (t6) reicht, in welchem der Entladestrom (-Ip) des Stellgliedes einen zweiten Stromschwellwert (S2) überschreitet oder die Stellgliederspannung (Up) einen unteren Spannungsschwellwert (S3) unterschreitet,
sowie die gemessene Größe
Öffnungsdauer (T4* = t6 - t3) eines von dem Stellglied betätigten Ventils
nach der Formel $|T1 + T3 - T2 - T4*| \leq X$ zueinander in Beziehung gesetzt werden, wobei X ein vorgegebener Grenzwert ist, und ein Fehler der Funktion des Stellgliedes diagnostiziert wird, wenn diese Formel nicht erfüllt wird, und
wobei als Ladedauer (T2) und Entladedauer (T3) von der Motorsteuerung vorgegebene und gespeicherte Werte herangezogen werden.



DE 100 28 353 C 2

DE 100 28 353 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung eines kapazitiven Stellgliedes, insbesondere eines Stellgliedes für ein Kraftstoffeinspritzventil einer Brennkraftmaschine, auf ordnungsgemäße Funktion, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder 2.

[0002] Die nicht vorveröffentlichte DE 199 10 388 A1 mit älterem Zeitrang beschreibt ein Verfahren zur Überprüfung eines piezoelektrischen Stellgliedes, insbesondere für ein Kraftstoff-Einspritzventil, bei dem die aus Lade- und Entladestrom am Stellglied durch Vergleich mit Schwellwerten ermittelte Öffnungsdauer des Stellgliedes mit der Dauer des Steuersignals verglichen wird und damit die ordnungsgemäße Funktion des Stellgliedes diagnostiziert wird. Dieses Verfahren ist dann anwendbar, wenn Ladedauer und Entladedauer gleich lang sind, da andernfalls die Öffnungsdauer des Stellgliedes ungleich der Dauer des Steuersignals ist.

[0003] Zum Öffnen beispielsweise eines Kraftstoff-Einspritzventils einer Brennkraftmaschine muß eine elektrische Ladung auf das Stellglied aufgebracht werden, die zum Schließen des Einspritzventils wieder vom Stellglied entfernt werden muß. Die eingespritzte Kraftstoffmenge ist bei konstantem Kraftstoffdruck, beispielsweise in einem Common-Rail-Kraftstoff-Einspritzsystem, hauptsächlich von der Einspritzdauer abhängig.

[0004] Beim Laden jedes kapazitiven Stellgliedes fließt ein Ladestrom in das Stellglied; dieses ist geladen, wenn der Ladestrom wieder zu null wird. Während des Ladevorgangs steigt die an ihm abfallende Stellgliedspannung auf einen bestimmten Wert an. Im geladenen Zustand fließt kein Strom, die Stellgliedspannung bleibt etwa konstant. Beim Entladen fließt ein Entladestrom aus dem Stellglied; dieses ist entladen, wenn der Entladestrom wieder zu null wird. Während des Entladevorgangs fällt die an ihm anliegende Stellgliedspannung wieder auf null Volt.

[0005] Aus DE 198 45 042 A1 ist ein Verfahren zur Diagnose eines kapazitiven Aktors bekannt, wobei dem Aktor ein vorgegebener Energiebetrag zugeführt wird und durch Vergleich gemessener Werte von Aktorstrom, -spannung oder -ladung mit vorgegebenen Vergleichswerten auf fehlerhafte Funktionszustände des Aktors geschlossen wird.

[0006] Die nicht vorveröffentlichte DE 199 44 734 A1 mit älterem Zeitrang beschreibt ein Verfahren zum Ansteuern eines kapazitiven Stellgliedes mit unterschiedlichen Lade- und Entladedauern. Je kürzer Lade- und Entladevorgänge sind, umso geräuschartiger werden sie.

[0007] Die Steuervorgänge können durch interne oder externe Einflüsse so gestört werden, daß die auf das Stellglied aufgebrachte Ladung länger, als durch die von einem Motorsteuersystem ausgegebenen Steuersignale vorgegeben, auf dem Stellglied verbleibt und das Kraftstoffeinspritzventil für eine nicht definierte Dauer geöffnet bleibt, wodurch zu viel Kraftstoff eingespritzt wird.

[0008] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Ansteuern eines kapazitiven Stellgliedes anzugeben, welches auf einfache Weise eine Überwachung der Stellgliedbetätigung auch für solche Ansteuervorgänge ermöglicht, bei denen Ladedauer und Entladedauer ungleich lang sind.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in Anspruch 1 oder Anspruch 2 genannten Merkmale gelöst.

[0010] Der dem Stellglied zugeführte Ladestrom +Ip und der von ihm abgeführte Entladestrom -Ip oder die am Stellglied abfallende Stellgliedspannung Up werden gemessen und mit Schwellwerten verglichen. Erfindungsgemäß werden vorgegebene oder ermittelte Zeiten (Dauern) für Steuersignal, Laden, Entladen und Stellglied-Betätigung zueinan-

der in Beziehung gesetzt und mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen. Aus dem Vergleichsergebnis wird auf ordnungsgemäße oder gestörte Funktion des Stellgliedes geschlossen.

5 [0011] Nachstehend werden mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der einzigen Figur einer schematischen Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

[0012] Fig. 1a den zeitlichen Verlauf eines Steuersignals st,

10 [0013] Fig. 1b den Verlauf des Lade- und des Entladestroms während einer Stellgliedansteuerung,

[0014] Fig. 1c den Verlauf der Stellgliedspannung während einer Stellgliedansteuerung,

15 [0015] Fig. 1d die Dauern von Steuersignal, Ladezeit, Entladezeit und Öffnungszeit während einer Stellgliedansteuerung bei einem ersten und dritten Ausführungsbeispiel, und

[0016] Fig. 1e die Dauern von Steuersignal, Ladezeit, Entladezeit und Öffnungszeit während einer Stellgliedansteuerung bei einem zweiten und vierten Ausführungsbeispiel.

20 [0017] Fig. 1a zeigt den Verlauf eines Steuersignals st für ein nicht dargestelltes, kapazitives Stellglied eines Kraftstoff-Einspritzventils einer Brennkraftmaschine für einen Kraftstoffeinspritzvorgang. Diese Steuersignale st werden von einem nicht dargestellten Motorsteuergerät als Ergebnis mehrerer Eingangsparameter wie Motordrehzahl, Last, Temperatur etc. ermittelt.

25 [0018] Das Steuersignal st beginnt zu einem Zeitpunkt t1 und endet zu einem Zeitpunkt t4. Die Differenz $t4 - t1$ entspricht der Dauer T1 dieses Steuersignals st. In der Zeichnung sind Zeiten bzw. Zeitpunkte angegeben; üblicherweise werden derartige Zeitpunkte für Beginn oder Ende von Signalen vom Motorsteuergerät jedoch in Kurbelwellenwinkeln (°KW) ausgegeben.

30 [0019] Gemäß Fig. 1b wird das Stellglied ab dem Zeitpunkt t1 mit einem Ladestrom +Ip geladen. Dieser Ladestrom +Ip übersteigt zum Zeitpunkt t2 einen vorgegebenen, ersten Stromschwellwert S1, unterschreitet diesen zum Zeitpunkt t3 und wird anschließend zu Null. Ab dem Ende des Steuersignals st zum Zeitpunkt t4 wird das Stellglied mit einem Entladestrom Ip- entladen. Der Entladestrom -Ip unterschreitet zum Zeitpunkt t5 einen vorgegebenen, zweiten Stromschwellwert S2, überschreitet diesen wieder zum Zeitpunkt t6 und wird anschließend zu Null.

35 [0020] Fig. 1c zeigt die am Stellglied anliegende Stellgliedspannung Up während eines Ansteuervorgangs. Diese steigt ab dem Beginn des Steuersignals st zum Zeitpunkt t1 an, überschreitet im Zeitpunkt t2 einen vorgegebenen, unteren Spannungsschwellwert S3 und im Zeitpunkt t3 einen vorgegebenen, oberen Spannungsschwellwert S4. Anschließend erreicht sie ihr Maximum, welches bis zum Ende des Steuersignals st im Zeitpunkt t4 beibehalten wird. Mit dem Ende des Steuersignals st fällt die Stellgliedspannung Up wieder, unterschreitet im Zeitpunkt t5 den oberen Spannungsschwellwert S4 und im Zeitpunkt t6 den unteren Spannungsschwellwert S3, bevor sie wieder zu Null wird.

40 [0021] In einem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1b und 1d wird ein Verfahren zur Überwachung eines kapazitiven Stellgliedes mittels vom Lade- bzw. Entladestrom Ip abgeleiteter, "gesteuerter" Größen von Ladedauer T2 und Entladedauer T3 beschrieben. Als gesteuerte Größen sind im folgenden solche Größen bezeichnet, die vom Beginn oder vom Ende des Steuersignals st an gemessen werden. Dies ist in jedem Fall die Größe T1 selbst, sowie in diesem Ausführungsbeispiel noch Ladedauer T2 und Entladedauer T3. Alle anderen Größen, die sowohl ab dem Über- oder Un-

terschreiten eines Schwellwertes gemessen werden, sind als "gemessene" Größen bezeichnet und mit einem Stern versehen. Dies ist in diesem Ausführungsbeispiel nur die Größe $T4^*$ (die Öffnungsdauer des von dem Stellglied betätigten Ventils), da sie beginnt, wenn der Ladestrom $+I_p$ den ersten Stromschwellwert $S1$ unterschreitet. Sie endet im Zeitpunkt $t6$, in welchem der Entladestrom $-I_p$ den zweiten Stromschwellwert $S2$ übersteigt.

[0022] Die Ladedauer $T2$ reicht vom Beginn des Steuersignals st im Zeitpunkt $t1$ bis zum Zeitpunkt $t3$, in welchem der Ladestrom $+I_p$ den ersten Stromschwellwert $S1$ unterschreitet. Entsprechend reicht die Entladedauer $T3$ vom Ende des Steuersignals st im Zeitpunkt $t4$ bis zum Zeitpunkt $t6$, in welchem der Entladestrom $-I_p$ den zweiten Stromschwellwert $S2$ übersteigt.

[0023] Wie Fig. 1d zu entnehmen ist, gilt im funktions-tüchtigen Zustand des Stellgliedes für die Größen $T1$ bis $T4^*$ folgende Beziehung: $T2 + T4^* = T1 + T3$.

[0024] Weicht die Summe der Dauern $T2 + T4$ nicht um mehr als einen vorgegebenen Grenzwert X von der Summe der Dauern $T1 + T3$ ab:

$$|T2 + T4^* - T1 - T3| \leq X,$$

so wird davon ausgegangen, daß das Stellglied und damit das Kraftstoffeinspritzventil ordnungsgemäß funktioniert. [0025] Bei einem auftretenden Fehler – beispielsweise, wenn die Entladung verzögert einsetzt oder ausbleibt – würden sich die Dauern $T3$ und $T4^*$ um den gleichen Betrag ändern; das Gleichgewicht $T2 + T4^* = T1 + T3$ bliebe erhalten und der Fehler würde nicht erkannt werden.

[0026] Die Ladedauer $T2$ und die Entladedauer $T3$ werden aber auch von der Motorsteuerung, abhängig von verschiedenen Parametern, berechnet und vorgegeben; diese Größen werden berechnet, gespeichert und sind deshalb bekannt. Darum werden bei diesem Ausführungsbeispiel diese berechneten Werte für Ladedauer $T2$ und Entladedauer $T3$ verwendet, um Funktionsfehler des Stellgliedes festzustellen.

[0027] Bei dem oben beschriebenen Fehler ändert sich dann nur die Dauer $T4^*$, während die anderen Dauern $T1$, $T2$ und $T3$ vorgegeben sind; es wird:

$$|T2 + T4^*| > |T1 + T3| \rightarrow |T2 + T4^* - T1 - T3| > X.$$

Auf diese Weise kann der Fehler nun erkannt werden.

[0028] In einem zweiten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1b und 1e wird ein Verfahren zur Überwachung eines kapazitiven Stellgliedes ebenfalls mittels vom Lade- bzw. Entladestrom I_p abgeleiteter, aber "gemessener" Größen (Ladedauer $T2^*$, Entladedauer $T3^*$ und Ventilöffnungs-dauer $T4^*$) beschrieben.

[0029] Die Ladedauer $T2^*$ beginnt, wenn der Ladestrom $+I_p$ den ersten Schwellwert $S1$ übersteigt, also im Zeitpunkt $t2$; sie endet im Zeitpunkt $t3$, wenn der Ladestrom $+I_p$ den ersten Schwellwert $S1$ wieder unterschreitet.

[0030] Die Entladedauer $T3^*$ beginnt, wenn der Entladestrom $-I_p$ den zweiten Schwellwert $S2$ unterschreitet, also im Zeitpunkt $t5$; sie endet im Zeitpunkt $t6$, wenn der Entladestrom $-I_p$ den zweiten Schwellwert $S2$ wieder übersteigt.

[0031] Bei diesem und dem weiter unten beschriebenen vierten Ausführungsbeispiel kann davon ausgegangen werden, daß in erster Näherung $t2 - t1 = t5 - t4$.

[0032] Bei dem oben beschriebenen Fehler ändert sich auch hier nur die Dauer $T4^*$, und der Fehler kann erkannt werden:

$$T2^* + T4^* > T1 + T3^* \rightarrow T2^* + T4^* - T1 - T3^* > X.$$

[0033] In einem dritten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1c und 1d wird ein Verfahren zur Überwachung eines kapazitiven Stellgliedes mittels von der Stellgliedspannung U_p abgeleiteter, "gesteuerter" Größen von Ladedauer $T2$ und Entladedauer $T3$ beschrieben.

[0034] Die Ladedauer $T2$ reicht vom Beginn des Steuersignals st im Zeitpunkt $t1$ bis zum Zeitpunkt $t3$, in welchem die Stellgliedspannung U_p den oberen Spannungsschwellwert $S3$ übersteigt. Entsprechend reicht die Entladedauer $T3$ vom Ende des Steuersignals st im Zeitpunkt $t4$ bis zum Zeitpunkt $t6$, in welchem der Entladestrom $-I_p$ den unteren Spannungsschwellwert $S3$ wieder unterschreitet.

[0035] Die Öffnungsdauer $T4^*$ des von dem Stellglied betätigten Ventils beginnt, wenn die Stellgliedspannung U_p den oberen Spannungsschwellwert $S4$ übersteigt. Sie endet im Zeitpunkt $t6$, in welchem die Stellgliedspannung U_p den unteren Spannungsschwellwert $S3$ wieder unterschreitet.

[0036] Auch bei diesem Ausführungsbeispiel werden für Lade- und Entladedauer wieder die vorgegebenen, gespeicherten Werte verwendet. Bei dem im ersten Ausführungsbeispiel erwähnten Fehler verhält sich das Verfahren nach diesem dritten Ausführungsbeispiel genauso wie das Verfahren nach dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0037] In einem vierten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1c und 1e schließlich wird das Verfahren mittels von der Stellgliedspannung U_p abgeleiteter, aber "gemessener" Größen (Ladedauer $T2^*$, Entladedauer $T3^*$ und Ventilöffnungs-dauer $T4^*$) beschrieben.

[0038] Die Ladedauer $T2^*$ reicht vom Zeitpunkt $t2$, in welchem die Stellgliedspannung U_p den unteren Spannungsschwellwert $S3$ übersteigt, bis zum Zeitpunkt $t3$, in welchem die Stellgliedspannung U_p den oberen Spannungsschwellwert $S4$ übersteigt. Entsprechend reicht die Entladedauer $T3^*$ vom Zeitpunkt $t5$, in welchem die Stellgliedspannung U_p den oberen Spannungsschwellwert $S4$ unterschreitet, bis zum Zeitpunkt $t6$, in welchem die Stellgliedspannung U_p den unteren Spannungsschwellwert $S3$ wieder unterschreitet.

[0039] Die Öffnungsdauer $T4^*$ des von dem Stellglied betätigten Ventils beginnt auch bei diesem Ausführungsbeispiel, wenn die Stellgliedspannung U_p den oberen Spannungsschwellwert $S4$ übersteigt, und endet im Zeitpunkt $t6$, in welchem die Stellgliedspannung U_p den unteren Spannungsschwellwert $S3$ wieder unterschreitet.

[0040] Auch bei diesem vierten Ausführungsbeispiel ändert sich, wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel, bei dem oben beschriebenen Fehler nur die Dauer $T4^*$, und der Fehler kann erkannt werden:

$$|T2^* + T4^*| > |T1 + T3^*| \rightarrow |T2^* + T4^* - T1 - T3^*| > X.$$

[0041] Die Fehler, welche mittels des beschriebenen Verfahrens erkannt werden können, sind folgende:

mit der ersten Methode, entsprechend dem ersten oder dritten Ausführungsbeispiel, bei der $T1$, $T2$ und $T3$ "gesteuerte" (berechnete und gespeicherte) Größen sind und $T4$ gemessen wird, lassen sich folgende Fehler feststellen:

- der Ladestrom $+I_p$ oder der Entladestrom $-I_p$ beginnt zu früh oder zu spät zu fließen;
- die Ladedauer $T2$ oder die Entladedauer $T3$ wird länger oder kürzer als der vorgegebene Wert.

[0042] In diesen vier Fällen bleiben die vorgegebenen Werte der Größen $T1$, $T2$ und $T3$ unverändert, aber $T4$ wird länger oder kürzer): $|T2 + T4^*| > |T1 + T3| \rightarrow |T2 + T4^* - T1 - T3| > X$.

[0043] Mit der zweiten Methode, entsprechend dem zwei-

ten oder vierten Ausführungsbeispiel, bei der T1 eine "gesteuerte" Größe ist und T2*, T3* und T4* gemessen werden, lassen sich folgende Fehler feststellen:

- a) mit einer Genauigkeit wie bei der ersten Methode: alle Fehler, die nach der ersten Methode erfaßbar sind, wenn die gemessenen Werte T2* und T3* zusätzlich mit den gesteuerten Größen T2 und T3 verglichen werden; besteht keine Übereinstimmung, so wird dies als Fehler gewertet;
- b) mit besserer Genauigkeit als bei der ersten Methode: der Ladestrom +Ip oder der Entladestrom -Ip beginnt zu früh oder zu spät zu fließen; dabei bleibt die Ladedauer T2* oder die Entladedauer T3* gleich lang, sie verschiebt sich nur nach vorne oder nach hinten, lediglich die Größe T4* ändert sich dabei:

$$|T2^* + T4^*| > |T1 + T3^*| \rightarrow |T2^* + T4^* - T1 - T3^*| > X.$$

[0044] Es lassen sich auch mehrere, gleichzeitig auftretende Fehler feststellen, deren Aufzählung allerdings infolge der Vielzahl ihrer Kombinationen zu lang wäre.

[0045] Wenn einer der aufgezählten Fehler auftritt, so wird beispielsweise bei einmaligem Auftreten keine Reaktion ausgelöst. Tritt er mehrmals auf, so muß dieses Stellglied (und bei einer Brennkraftmaschine wenigstens der zugehörige Zylinder) abgeschaltet werden. Es erfolgt dann bei vorhandenem OBD-System (On-Board-Diagnosis) beispielsweise bei jedem auftretenden Fehler ein Eintrag in ein Fehlerprotokoll, und es kann zusätzlich eine Warnlampe angeschaltet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung eines kapazitiven Stellgliedes, insbesondere für die Betätigung eines Kraftstoffeinspritzventils einer Brennkraftmaschine, welches mittels eines Steuersignals (st) einer Motorsteuerung gesteuert wird, auf ordnungsgemäße Funktion, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gesteuerten Größen Dauer (T1) des Steuersignals (st), von dessen Beginn (Zeitpunkt t1) bis zu dessen Ende (Zeitpunkt t4), Ladedauer (T2) des Stellgliedes, die vom Beginn (t1) des Steuersignals (st) bis zu einem Zeitpunkt (t3) reicht, in welchem der Ladestrom (+Ip) des Stellgliedes einen ersten Stromschwellwert (S1) unterschreitet oder die Ladespannung (Up) einen oberen Spannungsschwellwert (S4) überschreitet, und Entladedauer (T3) des Stellgliedes, die vom Ende (Zeitpunkt t4) des Steuersignals (st) bis zu einem Zeitpunkt (t6) reicht, in welchem der Entladestrom (-Ip) des Stellgliedes einen zweiten Stromschwellwert (S2) überschreitet oder die Stellgliedspannung (Up) einen unteren Spannungsschwellwert (S3) unterschreitet, sowie die gemessene Größe Öffnungsdauer (T4* = t6 - t3) eines von dem Stellglied betätigten Ventils nach der Formel $|T1 + T3 - T2 - T4^*| \leq X$ zueinander in Beziehung gesetzt werden, wobei X ein vorgegebener Grenzwert ist, und ein Fehler der Funktion des Stellgliedes diagnostiziert wird, wenn diese Formel nicht erfüllt wird, und wobei als Ladedauer (T2) und Entladedauer (T3) von der Motorsteuerung vorgegebene und gespeicherte Werte herangezogen werden.

2. Verfahren zur Überprüfung eines kapazitiven Stellgliedes, insbesondere für die Betätigung eines Kraftstoffeinspritzventils einer Brennkraftmaschine, welches mittels eines Steuersignals (st) einer Motorsteuerung gesteuert wird, auf ordnungsgemäße Funktion, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gesteuerte Größe Dauer (T1) des Steuersignals (st), von dessen Beginn (Zeitpunkt t1) bis zu dessen Ende (Zeitpunkt t4), sowie die gemessenen Größen Ladedauer (T2*) des Stellgliedes, die zu einem Zeitpunkt (t2) beginnt, wenn der Ladestrom (+Ip) des Stellgliedes einen ersten Stromschwellwert (S1) überschreitet oder die Stellgliedspannung (Up) einen unteren Spannungsschwellwert (S3) überschreitet, und zu einem Zeitpunkt (t3) endet, in welchem der Ladestrom (+Ip) des Stellgliedes den ersten Stromschwellwert (S1) wieder unterschreitet oder die Ladespannung (Up) einen oberen Spannungsschwellwert (S4) überschreitet, Entladedauer (T3*) des Stellgliedes, die zu einem Zeitpunkt (t5) beginnt, wenn der Entladestrom (-Ip) des Stellgliedes den zweiten Stromschwellwert (S2) unterschreitet oder die Stellgliedspannung (Up) den oberen Spannungsschwellwert (S4) unterschreitet, und zu einem Zeitpunkt (t6) endet, in welchem der Entladestrom (-Ip) des Stellgliedes den zweiten Stromschwellwert (S2) wieder überschreitet oder die Stellgliedspannung (Up) den unteren Spannungsschwellwert (S3) wieder unterschreitet, und Öffnungsdauer (T4* = t6 - t3) eines von dem Stellglied betätigten Ventils, nach der Formel $|T1 + T3^* - T2^* - T4^*| \leq X$ zueinander in Beziehung gesetzt werden, wobei X ein vorgegebener Grenzwert ist, und ein Fehler der Funktion des Stellgliedes diagnostiziert wird, wenn diese Formel nicht erfüllt wird, und daß die gemessenen Werte von Ladedauer (T2*) und Entladedauer (T3*) mit den entsprechenden, gesteuerten Größen (T2, T3) der Motorsteuerung verglichen werden, und daß ein Fehler der Funktion des Stellgliedes auch diagnostiziert wird, wenn die gemessenen Größen um mehr als einen vorgegebenen Betrag von den gesteuerten Größen abweichen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem an einem Stellglied mehrmals auftretenden Fehler dieses Stellglied abgeschaltet wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem an einem Stellglied auftretenden Fehler ein Eintrag in ein Fehlerprotokoll erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß beim Abschalten eines Stellgliedes eine Warnlampe eingeschaltet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

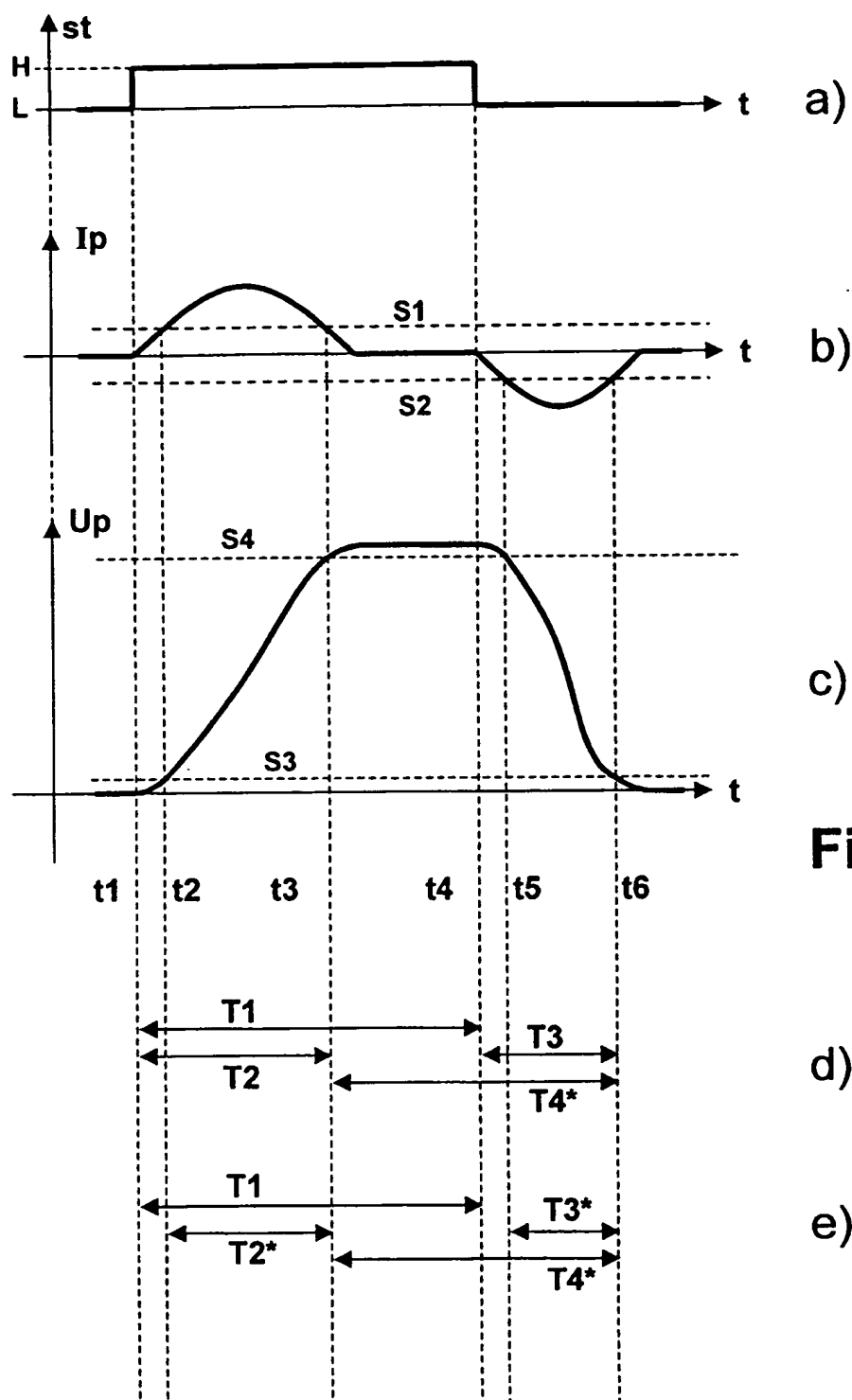


Fig 1

d)

e)

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**